

А. А. Черешнева*

НИТУ «МИСиС», г. Москва

*15_nasti_03@mail.ru

Научный руководитель – канд. техн. наук В. В. Чеверикин

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al–Mg–Sc ТИПА 1545K

В данной работе предпринимается попытка повышения механических свойств листов из сплава 1545K за счет интенсивной пластической деформации. Рассмотрено влияние добавок переходных металлов на сплавы системы Al–Mg–Sc, в частности, марганца, циркония и хрома в упрочнении сплава и улучшении пластичности.

Ключевые слова: интенсивная пластическая деформация, переходные металлы, алюминиевые сплавы.

A. A. Chereshneva

EFFECT OF TRANSITION METALS ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF ALLOYS Al–Mg–Sc TYPE 1545K

In this paper we attempt to improve the mechanical properties of the alloy sheets 1545K by severe plastic deformation. The effect of additives on the transition metal system Al–Mg–Sc alloys, in particular, manganese, zirconium and chromium in the alloy hardening and improving ductility.

Keywords: severe plastic deformation, transition metals, aluminum alloys.

В настоящее время значительно возросли требования, предъявляемые к свойствам алюминиевых деформируемых сплавов, которые применяются в ракетно-космической технике. С целью обеспечения требуемых характеристик разработан сплав марки 1545K системы Al–Mg–Sc.

Переходные металлы, в частности скандий, приводят к формированию в деформированных полуфабрикатах алюминиевых сплавов развитой субзеренной структуры и появлению эффектов дисперсионного упрочнения [1].

Наиболее эффективным способом создания нанокристаллической и субмикроскопической структур матрицы в алюминиевых, как и во всех других сплавах, считается интенсивная пластическая деформация (ИПД) различными методами при температурах ниже $0,3-0,4 T_{пл}$ [2].

Следует отметить, что листы из сплава 1545K обладают высокими прочностными свойствами, однако в его состав входит дорогостоящий

скандий. С целью уменьшения себестоимости сплава 1545K проводятся исследования по замене скандия на более дешевые переходные металлы, а именно цирконий и хром.

Из источников литературы [3] известно, что содержание 0,1 % Sc эквивалентно содержанию примерно 0,2 % Zr в сплаве. Поскольку целью работы является частичная или полная замена скандия более дешевыми переходными металлами, были исследованы 3 сплава с одинаковой матрицей Al–Mg–Mn и разным содержанием Zr и Cr.

Для определения режимов термической обработки и фазового состава сплава был построен политермический разрез в программе ThermoCalc системы Al–Mg–Mn–Cr–Zr [4]. Была выбрана оптимальная температура отжига сплавов, равная 450 °С, поскольку можно предположить, что при данной температуре устраняется дендритная ликвация. Из полученных сплавов были изготовлены листы толщиной 1 и 3 мм по технологии 1, суммарная степень деформации которой составляет 93 и 76 %.

На примере микроструктуры листа сплава 1 толщиной 1 мм видно, что при прокатке формируется волокнистая структура (рис. 1).

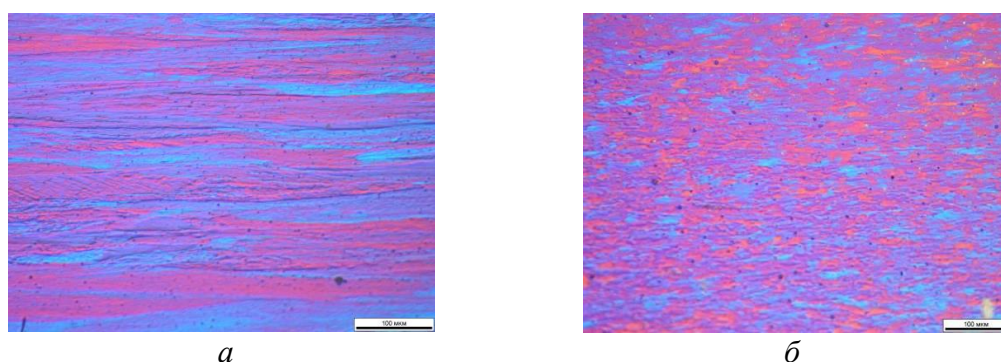


Рис. 1. Микроструктуры листа сплава 1 толщиной 1 мм: *а* – продольное; *б* – поперечное направление прокатки

При анализе размера волокон было установлено, что величина волокон в исследуемых сплавах практически одинакова в продольном и поперечном направлении прокатки соответственно.

Были построены зависимости твердости HV листов толщиной 3 и 1 мм от времени отжига при разных температурах. Исследовались 3 температуры отжига: 150, 200 и 250 °С. Из рис. 2 следует, что двухчасовая выдержка при всех температурах отжига приводит к существенному снижению твердости. При этом дальнейшее увеличение времени выдержки уже незначительно влияет на твердость.

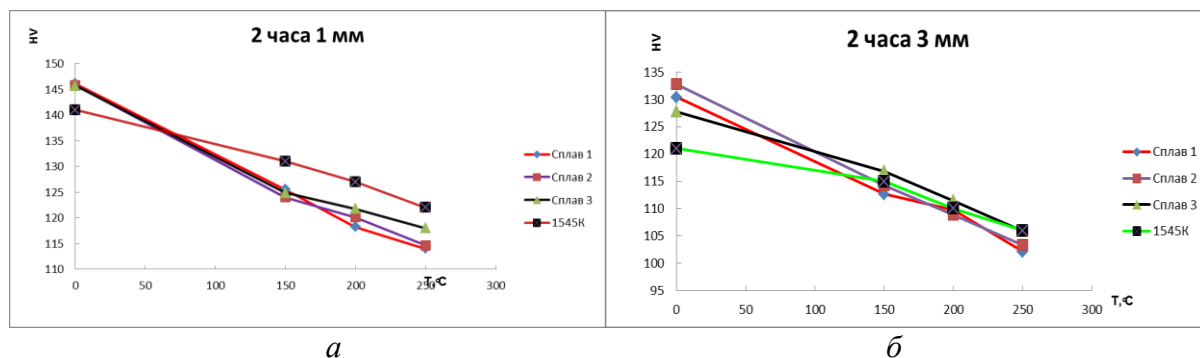


Рис. 2. Зависимость значений твердости листов со временем отжига 2 часа:
 а – толщина 1 мм; б – толщина 3 мм

Механические свойства листов толщиной 1 мм после различной термической обработки определяли по испытаниям на растяжение при комнатной температуре. Максимальную прочность листов исследуемых сплавов обеспечивает термическая обработка при 150 °С в течение 1 ч, а относительное удлинение не намного ниже при температуре 200 °С в сравнении с отжигом при 150 °С.

В ходе исследования было установлено, что после прокатки в сплавах формируется волокнистая структура и величина волокон в сплавах со скандием и без него примерно одинакова. Анализ измерений твердости сплавов в различных состояниях и результаты механических испытаний показали, что по свойствам сплавы системы Al–Mg–Mn–Zr–Cr уступают сплаву 1545K.

Работа выполнена в рамках гранта Эндаумент-фонда «МИСиС» (Росатом).

ЛИТЕРАТУРА

1. Валиев Р. З., Александров И. В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000. 272 с.
2. Рыбин В. В. Большие пластические деформации и разрушение металлов. М., Металлургия: 1986. 224 с.
3. Каблов Е. Н. Авиационное материаловедение: итоги и перспективы // Вестник Рос. акад. наук. 2002. Т. 72, № 1. С. 3–12.
4. Поздняков А. В., Чеверикин В. В. Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем. М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. 37с.